



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 101 05 387.8

**Anmeldetag:** 06. Februar 2001

**Anmelder/Inhaber:** Siemens Aktiengesellschaft,  
München/DE

**Bezeichnung:** Verfahren zum Betrieb eines Magnetreso-  
nanzgeräts zur funktionellen Bildgebung  
sowie Magnetresonanzgerät zur Durchfüh-  
rung des Verfahrens

**IPC:** G 01 R, A 61 B

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 06. September 2001  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

**Der Präsident**

Im Auftrag

Wehner

## Beschreibung

Verfahren zum Betrieb eines Magnetresonanzgeräts zur funktionellen Bildgebung sowie Magnetresonanzgerät zur Durchführung  
5 des Verfahrens

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines Magnetresonanzgeräts zur funktionellen Bildgebung, bei dem abwechselnd nacheinander sequentiell mehrere Bilder ohne und  
10 mit einer gezielten Stimulation des Untersuchungsobjekts aufgenommen werden.

Das Verfahren zur funktionellen Bildgebung bietet die Möglichkeit, Körper- oder Organfunktionen über einen längeren  
15 Zeitraum untersuchen und beobachten zu können, um auf diese Weise Informationen über etwaige Fehlfunktionen des Untersuchungsbereichs zu erhalten. Im Rahmen dieser Untersuchungen werden abwechselnd nacheinander mehrere Bildsequenzen aufgenommen, wobei innerhalb einer jeweiligen Sequenz entweder ei-  
20 ne gezielte Stimulation des Untersuchungsobjekts erfolgt oder nicht. Aufgrund der gezielten Stimulation zeigen sich in den aufgenommenen Bildern stimulationsabhängige Unterschiede, die im Rahmen der nach der Aufnahme eines jeweiligen Bildes erfolgenden Auswertung herausgearbeitet werden. Ein Beispiel  
25 einer Untersuchungsmethode unter Verwendung der funktionellen Bildgebung ist die BOLD-Messung (Blood Oxygen Level Dependent) unter Verwendung eines Magnetresonanzgeräts, bei der Aktivitätsbilder des Gehirns des Patienten aufgezeichnet werden. Hierbei wird während eines Teils der Messungen das Gehirn des Patienten stimuliert, z.B. durch Fingerbewegung, akusto-optische Signale, elektrische Impulse etc., während des  
30 anderen Teils der Messungen erfolgt keine Stimulation. Im Rahmen der Auswertung werden hierbei die erhaltenen unterschiedlichen Messungen gegen einen Auswerte-Korrelationswert korreliert. Aus dieser Auswertung erhält man ein Maß für die  
35 Stimulierung definierter Gehirnareale des Patienten, wobei

sich die stimulierten Gehirnbereiche im Auswertebild durch deutlich hellere Bereiche zeigen.

Die Auswertung erfolgt bei bekannten Verfahren direkt nach  
5 einer Messung bzw. Aufnahme eines Bildes. Dieser Auswertung  
liegen die in diesem Moment bekannten relevanten Informatio-  
nen zugrunde, ob das jeweilige Bild mit oder ohne Stimulation  
aufgenommen wurde sowie etwaige Informationen betreffend die  
Stimulation sowie der jeweilige Auswerte-Korrelationswert.  
10 Probleme ergeben sich jedoch dann, wenn zu einem späteren  
Zeitpunkt eine wiederholte Auswertung erfolgen soll. Denn es  
ist nicht möglich, die bildbezogenen relevanten Informationen  
wie die der Aufnahme zugrundeliegende Stimulationsphase  
sowie die Information über die Stimulierung selbst und den  
15 Auswerte-Korrelationswert exakt dem jeweiligen Bild zuzuord-  
nen.

Der Erfindung liegt damit das Problem zugrunde, ein Verfahren  
anzugeben, das eine spätere bzw. wiederholte Auswertung und  
20 damit eine jederzeitige Beurteilung des Untersuchungsergeb-  
nisses ermöglicht.

Zur Lösung dieses Problems ist bei einem Verfahren der ein-  
gangs genannten Art erfindungsgemäß vorgesehen, dass zu jedem  
25 Bild ein Informationswert, der angibt, ob das Bild während  
einer Phase mit oder ohne Stimulation aufgenommen wurde, we-  
nigstens ein bildbezogener Stimulationswert und wenigstens  
ein bildbezogener Auswerte-Korrelationswert abgespeichert  
wird.

30 Durch das erfindungsgemäße Abspeichern sämtlicher aufnahme-  
und auswertungsrelevanter Informationen zu jedem Bild kann  
der behandelnde Arzt die erste oder eine wiederholte Auswer-  
tung zu einem beliebigen späteren Zeitpunkt vornehmen, da ihm  
35 mit dem Bilddatensatz zusammen sämtliche relevanten Informa-  
tionen vorliegen. Die Probleme hinsichtlich der exakten Zu-  
ordnung der aufnahme- und auswertungsrelevanten Informationen

zu den Bildern, wie dies im Stand der Technik der Fall ist, bestehen beim erfindungsgemäßen Verfahren aufgrund der zwingenden speicherbedingten Zusammenführung der Bilddaten mit diesen Informationen mit besonderem Vorteil nicht.

5

Erfindungsgemäß können als Stimulationswert eine die Art und/oder Intensität und/oder Dauer der Stimulation und/oder die Stimulationszeitpunkte beschreibende Information abgespeichert werden. Als Stimulationswert kann also jede Infor-

10

mation verwendet werden, die in irgendeiner Weise einen für die Auswertung relevanten Gehalt besitzt und im Rahmen der Auswertung zu berücksichtigen ist. Als die Intensität der

Stimulation beschreibender Stimulationswert kann bspw. die Helligkeit der optischen Stimulationsquelle, die Lautstärke

15

der akustischen Stimulationsquelle, bei einer Berührungsstimulation der von der Stimulationsquelle auf das Untersuchungsobjekt ausgeübte Druck, die Impulsstärke einer elektrischen Stimulationsquelle oder ein ein Maß hierfür angegebender Betriebsparameter der Stimulationsquelle verwendet werden.

20

Selbstverständlich können, sofern Stimulationsquellen verwendet werden, die eine kombinierte Stimulation zulassen (z.B. eine akusto-optische Stimulation) auch kombinierte Stimulationswerte abgespeichert werden. Daneben besteht natürlich auch die Möglichkeit, andere als die lediglich beispielhaft er-

25

wähnten Stimulationsquellen zu verwenden bzw. andere als die beschriebenen Stimulationswerte abzuspeichern.

Erfindungsgemäß wird zur Auswertung eine zeitbezogene Korrelationskurve verwendet, wobei als Auswerte-Korrelationswert

30

ein im Zeitpunkt der jeweiligen Bildaufnahme liegender Wert der Korrelationskurve verwendet wird. Diese Korrelationskurve, die vom untersuchenden Arzt als Idealkurve ausgewählt wird und während der Bildaufnahme einer Erstauswertung zugrundeliegt, zeigt z.B. eine Sinuskurve mit einer Zeitskala

35

als Abszisse. Zu den jeweiligen Aufnahmezeitpunkten eines Bildes wird nun der zum Aufnahmezeitpunkt korrespondierende Wert der Korrelationskurve ermittelt und als Auswerte-

Korrelationswert mit abgespeichert. Auf diese Weise erhält man zu jedem Bildpunkt eines Bildes den zeitbezogenen Auswerte-Korrelationswert aus der Korrelationskurve, wobei für sämtliche Bildpunkte eines Bildes sowie für sämtliche aufgenommenen Bilder dieselbe Korrelationskurve zugrundeliegt.

Weiterhin kann vorgesehen sein, dass mittels des Informationswert zusätzlich zur Stimulationsphase auch angegeben wird, ob es sich bei dem jeweiligen Bild um ein im Rahmen der Auswertung zu ignorierendes Bild handelt. Denn mitunter ist es erforderlich, bspw. die beiden ersten und die beiden letzten Bilder, die innerhalb einer Phase aufgenommen werden, im Rahmen der Auswertung zu ignorieren, da sich innerhalb dieser Zeitspanne die Stimulations- und Antwortverhältnisse des Untersuchungsbereichs, z.B. des Gehirns ändern, weshalb die hier erhaltene Bildinformation im Rahmen der Auswertung mitunter keinen relevanten Informationsgehalt birgt.

Neben dem erfindungsgemäßen Verfahren betrifft die Erfindung ferner ein Magnetresonanzgerät, geeignet zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorangehenden Ansprüche.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus dem im Folgenden beschriebenen Ausführungsbeispiel sowie anhand der Zeichnung.

Die Figur zeigt schematisch den Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens bzw. den Betrieb eines erfindungsgemäßen Magnetresonanzgeräts. Gezeigt wird ein Untersuchungsobjekt 1, das sich in einem Magnetresonanzgerät 2 befindet. Beispielsweise soll hier die Aktivität des Gehirns bei einer optischen Stimulation untersucht werden. Zu diesem Zweck ist eine Stimulationsquelle 3 in Form der Lichtquelle 4 vorgesehen, deren Betrieb über ein externes Gerät 5 getriggert wird. Die Lichtquelle 4 wird entsprechend der Kurve T abwechselnd ein- und ausgeschaltet. Die Einschaltdauer  $\Delta t_m$  sowie die Ausschaltdauer  $\Delta t_o$  beträgt bspw. jeweils 10 s.

Mittels des Magnetresonanzgeräts 2 werden nun eine Vielzahl von Bildern innerhalb der unterschiedlichen Stimulationsphasen aufgenommen. Im gezeigten Beispiel werden pro Phase, also bei gegebener Stimulation sowie ohne Stimulation jeweils fünf Bilder B aufgenommen. Die Bildaufnahme wird entsprechend der zeitlichen Triggerung der Stimulationsquelle getriggert. Dies ermöglicht es, jedem Bild B einen Informationswert bezüglich der jeweiligen Stimulationsphase, innerhalb welcher das Bild B aufgenommen wurde, zuzuordnen. Zusätzlich kann mittels des Informationswerts angegeben werden, ob das jeweils aufgenommene Bild im Rahmen der Auswertung zu ignorieren ist oder nicht. Im gezeigten Beispiel lautet die Informationswertfolge „IAAAI-IBBBI-IAAAI-...“, wobei A = aktiv stimulierte Phase, B = nicht stimulierte Phase, I = Ignorierbild. Von den pro Phase aufgenommenen fünf Bildern wird also das erste und letzte im Rahmen der Auswertung nicht berücksichtigt, die drei verbleibenden Bilder werden ausgewertet.

Wie ausgeführt wird die Aufnahme der Bilder B in Abhängigkeit der Stimulation getriggert. Im gezeigten Ausführungsbeispiel werden pro Stimulationsphase fünf Bilder, zu den Zeitpunkten  $t_{m1}$ ,  $t_{m2}$ , ...,  $t_{m5}$ ,  $t_{o1}$ ,  $t_{o2}$ , ...,  $t_{o5}$ ,  $t_{m6}$ ,  $t_{m7}$ , ... aufgenommen (mit  $t_m$  = mit Stimulation,  $t_o$  = ohne Stimulation). Weiterhin erfolgt nach der Aufnahme jedes einzelnen Bildes B eine erste Auswertung. Im Rahmen dieser wird jedes Einzelbild und innerhalb dieses Einzelbilds jeder einzelne Bildpunkt im Bezug auf eine Korrelationskurve K korreliert. Die Korrelationskurve wird vom untersuchenden Arzt vor der Messung bestimmt. Im gezeigten Beispiel wird die Korrelation anhand einer sinusförmigen Korrelationskurve K durchgeführt, da das Gehirn auf einen externen Stimulus keine Sprungantwort liefert, sondern langsam bis zu einem Maximum ca. 2 sec ansteigt und dann beim Abschalten genauso eine gewisse Zeit benötigt bis das Signal abgefallen ist. Im Rahmen der Auswertung wird nun zu jedem Aufnahmezeitpunkt ein  $t_{m1}$ ,  $t_{m2}$ , ...,  $t_{o1}$ ,  $t_{o2}$  ... egal in welcher Phase ein entsprechender zeitbezogener Auswerte-

Korrelationswert  $k_{m1}$ ,  $k_{m2}$ , ...,  $k_{m5}$ ,  $k_{o1}$ ,  $k_{o2}$ , ...,  $k_{o5}$ ,  $k_{m6}$ , ... gewählt. Die Auswertung liefert nun einen Wert, der ein Maß für den Unterschied darstellt, den das jeweilige Bildpunktsignal in Bezug auf den Wert der Korrelationskurve aufweist.

5 In Bezug auf die innerhalb der Messung aufgenommenen Bilder (innerhalb einer Messung werden z.B. 100 Bilder insgesamt aufgenommen, es können natürlich auch mehr Bilder aufgenommen werden) erfolgt also eine statistische Auswertung, an deren Ende ein Gesamtbild steht, das die aktiven Zonen des Gehirns  
10 zeigt. Die aktiven Zonen des Gehirns ergeben sich statistisch durch die Berücksichtigung der bildpunkteigenen Unterschiede über die Gesamtzahl der aufgenommenen Bilder. Die stimulierten Gehirnzonen zeigen sich innerhalb des endgültigen Bildes anhand deutlich hellerer Bereiche.

15

Schließlich wird in einem Speicherbereich 6 des Magnetresonanzgeräts 2 jedes Einzelbild B und diesem eine Schar von Informationen abgespeichert, die eine spätere Auswertung der Bildserie ermöglichen, da die während der Messung und der  
20 Erstauswertung vom untersuchenden Arzt vorgenommenen Betriebs-, Stimulations- und Auswerteparameter pro Einzelbild bekannt sind. Im gezeigten Beispiel werden zu dem ersten Bild B der Aufnahmezeitpunkt  $t_{m1}$ , der Aufnahmezeitpunkt bezogene Korrelationswert  $k_{m1}$ , der Phasen-Informationswert I abgespeichert sowie der Stimulationswert  $T_w$  (z.B. die Helligkeit der  
25 Lichtquelle 4). Zum zweiten aufgenommenen Bild wird der Aufnahmezeitpunkt  $t_{m2}$ , der Korrelationswert  $k_{m2}$ , der Phasen-Informationswert A und der Stimulationswert  $T_w$  abgespeichert, etc.

30

Selbstverständlich ist es möglich, auch weitere bildbezogene Information pro Bild abzuspeichern, sofern diese für eine nachfolgende Auswertung relevant sind.

35

dass mittels des Informationswerts zusätzlich zur Phase auch angegeben wird, ob es sich bei dem jeweiligen Bild um ein im Rahmen der Auswertung zu ignorierendes Bild handelt.

- 5 6. Magnetresonanzgerät, geeignet zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorangehenden Ansprüche.

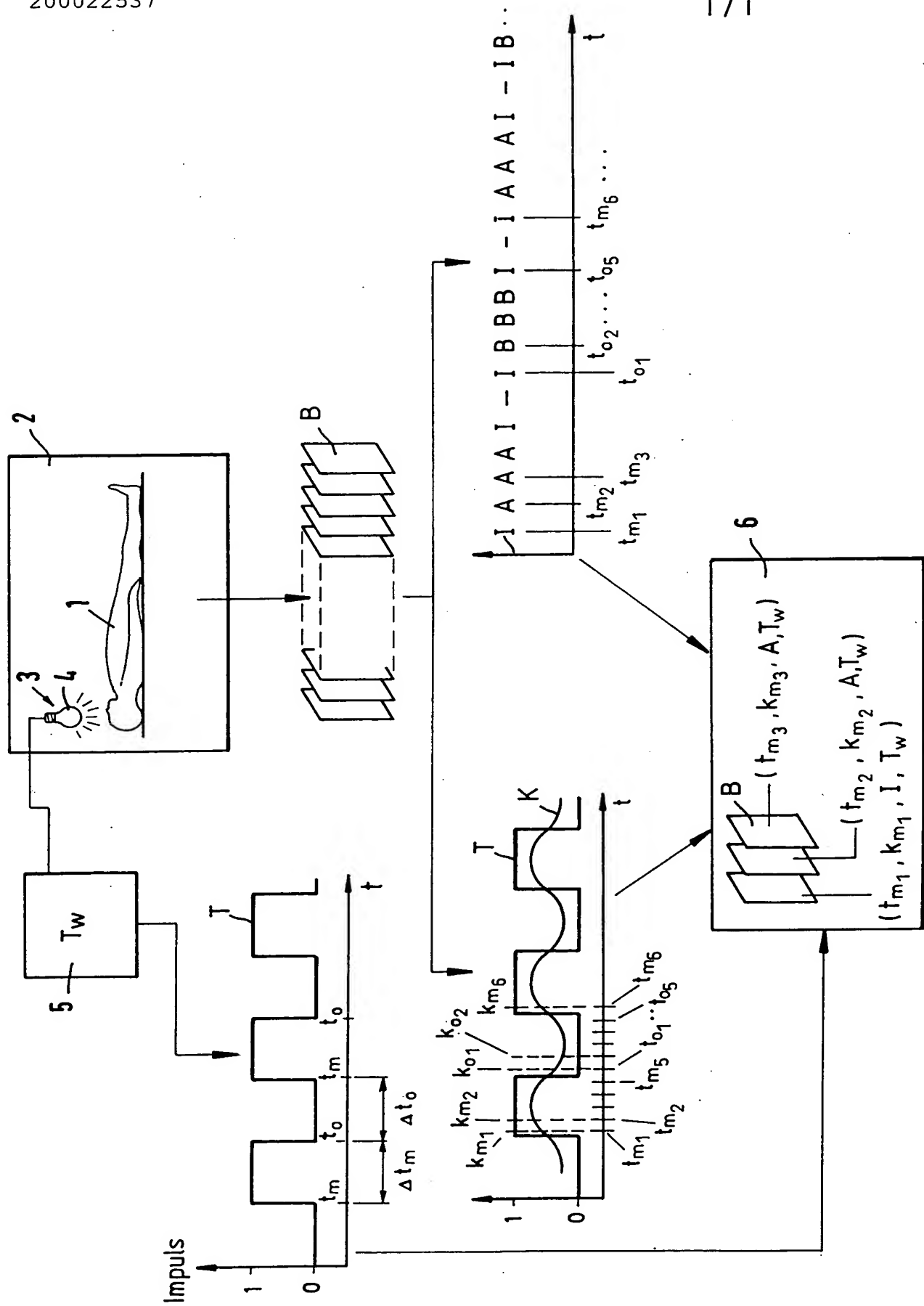


## Zusammenfassung

Verfahren zum Betrieb eines Magnetresonanzgeräts zur funktionellen Bildgebung sowie Magnetresonanzgerät zur Durchführung  
5 des Verfahrens

Verfahren zum Betrieb eines Magnetresonanzgeräts zur funktionellen Bildgebung, bei dem abwechselnd nacheinander sequenziell mehrere Bilder ohne und mit einer gezielten Stimulation  
10 des Untersuchungsobjekts aufgenommen werden, wobei zu jedem Bild ein Informationswert, der angibt, ob das Bild während einer Phase mit oder ohne Stimulation aufgenommen wurde, wenigstens ein bildbezogener Stimulationswert und wenigstens  
15 ein bildbezogener Auswerte-Korrelationswert abgespeichert wird.

FIG 1





Creation date: 04-02-2004  
Indexing Officer: TBERHE - TEDROS BERHE  
Team: OIPEScanning  
Dossier: 10072039

Legal Date: 05-31-2002

No.	Doccode	Number of pages
1	IDS	3

Total number of pages: 3

Remarks:

Order of re-scan issued on .....